تحلیل سر و صدای تراکتور دوچرخ با استفاده از مخلوط سوخت‌های دیزل و بیودیزل

نعمت کرامت سیاوش[۱] ، غلامحسن نجفی[۲] ، سید رضا حسن بیگی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، nksiavash@gmail.com
[۲] استادیار مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران (نویسنده مسئول)، g.najafi@modares.ac.ir
[۳] دانشیار مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پردیس کشاورزی ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران

چکیده

بیودیزل سوختی است که از پسماندهای روغنی محصولات کشاورزی و صنایع غذایی و یا بصورت محصول اصلی دانه‌های روغنی مثل کرچک تهیه می‌گردد. نوع سوخت بر احتراق موتورهای درون‌سوز اثر مستقیم داشته و کیفیت احتراق را تحت تاثیر قرار می-دهد. یکی از اثرات کیفیت احتراق، صدای موتور می‌باشد که در ارزیابی موتور بسیار مهم بوده و از نـظر بهداشتی بـسیار حایز اهمیت می‌باشد. تراکتور دو چرخ یکی از وسایل مهم مورد استفاده در کشاورزی است که علاوه بر کارهای کشاورزی به عنوان مولد برق در مناطق روستایی کاربرد دارد. در ایران تا به حال تحقیق بر روی صدای تراکتور دو چرخ با استفاده از سوخت‌های دیزل و بیودیزل صورت نگرفته است. به همین منظور صدای حاصل از مخلوط‌های مختلف سوخت بیودیزل با دیزل مورد بررسی قرار گرفت. صدای تراکتور دو چرخ در حالت ایستا و در سه موقعیت محل گوش چپ راننده، ۱/۵ متری اگزوز و ۷/۵ متری اگزوز و همچنین در ۶ دور موتور ۱۲۰۰، ۱۴۰۰، ۱۶۰۰، ۱۸۰۰،۲۰۰۰ و RPM ۲۲۰۰ اندازه‌گیری شد. سوخت‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از B00، B05، B10، B15، B20، B25 و B30. نتایج نشان داد که کمترین صدای تولیدی تراکتور در B10، و بیشترین صدای تولیدی در B30 اتفاق می‌افتد. میزان افزایش تراز صدا با بالا رفتن دور موتور dB ۷/۸ افزایش یافت. میانگین تراز فشار صدا در موقعیت راننده dB ۴/۳ بیشتر از موقعیت اطرافیان است.

واژه‌های کلیدی: بیودیزل، تراز فشار صدا، تراکتور دو چرخ، سر و صدا.

مقدمه

منابع متعددی برای ایجاد صدا در یک محیط صنعتی و کشاورزی وجود دارد. ماشین‌های دوار یا رفت و برگشتی مانند موتورها، کمپرسورها، وسایل نقلیه مانند کامیون‌ها، ترن‌ها و هواپیماها، و ماشین‌های کشاورزی مانند تراکتورها و کمباین‌ها از منابع تولیدکننده صدا هستند. صدا معیار بسیار مهمی در انتخاب یک ماشین می‌باشد. تراز صدای ماشین‌ها تاثیر مستقیمی بر روی سیستم‌های بیولوژیک و روانی کاربر و اطرافیان دارد.

بر اساس داده‌های علمی مشخص شده است که سر و صدا اثرات منفی بر کاربر می‌گذارد، در همین راستا مقررات جدیدی برای کنترل سر و صدا وضع شده است. یکی از این آیین نامه ها "قانون کنترل صدا است" . در این آیین نامه، آمده است که قرار

گرفتن در معرض سر و صدا شدید، در طول مدت مشخص می تواند بر سلامت انسان موثر باشد. بنابراین تاکید بر این که ساعات کار باید با توجه به سطح فشار صداتعیین گردد (گلمحمدی، ۱۳۸۹).

توانایی راننده تراکتور در تشخیص صدا و منبع صدا مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس تحقیق ایشان مشخص شد که احتمال شنیده شدن صدای فریاد "توجه" از فاصله بیش از ۳ متر برای راننده خیلی کم است (Talamo, 1979).

در تحقیقی که بر روی ویژگی‌های نویز و آثار آن بر سلامتی راننده تراکتور انجام گرفت دو تراکتور با توان بالا (۱۸/۷ و ۲۰kW) و دو تراکتور کوچک (۴/۶ و ۶/۷ kW) بررسی شدند. نتایج نشان داد که تراز فشار صدا با افزایش دور موتور و سرعت پیشروی زیاد می‌گردد و همچنین SPL برای عملیاتی که به کشش بیشتری نیاز دارند بالاتر خواهد بود. آنها دریافتند که سطح صدای تراکتورهای مورد مطالعه بیشتر از مقداری بود که یک کارگر بتواند در طول ۸ ساعت کاری، که به وسیله استانداردهای ISO و OSHA توصیه شده، تحمل کند (Dewangan *et al*., 2005).

هونگ و بینگ منابع ایجاد صدا را در قسمت جلوی یک موتور دیزل را بررسی نمودند. مشخص شد که با استفاده از اندازه گیری تراز شدت صدا می‌توان منابع ایجاد صدا را مشخص نمود (Junghong and Bing, 2005).

سهساح و همکاران سطح صدای دو نوع تیلر را، ۸ و ۱۰ hp، در هنگام تردد بر روی سطوح مختلف جاده‌ای بررسی نمودند. بالاترین سطح صدایی که برای تیلرهای بررسی شده بر روی سطوح آسفالت و راه روستایی بدست آمد به ترتیب برابر بودند با ۹۸/۲ و ۹۲ dB(A) در دور موتور ۱۳۵۰ RPM، که این مقدار بیش از حد استاندارد تعیین شده است (Sehsah *et al*., 2010).

حسن‌بیگی بیدگلی طی تحقیقی، سر و صدای تراکتور دو چرخ را در حالت حمل و نقل و شرایط مختلف مزرعه‌ای بررسی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سرعت دورانی موتور از ۱۳۰۰ به ۲۲۰۰ دور بر دقیقه، تراز فشار صدای تیلر ۱۲ dB در محدوده فرکانسی ۲۰۰ تا ۱۰۰۰۰ Hz افزایش می‌یابد. نتیجه دیگر این تحقیق نشان داده است که در دور موتور ۲۲۰۰ دور بر دقیقه، شدت صدا به ۹۲ dB(A) می‌رسد که بسیار بیشتر از حد استاندارد (۸۵ dB) می‌باشد (حسن بیگی، ۱۳۸۲).

گوانگ‌پو و همکاران طی تحقیقاتی که بر روی موتور دیزل هشت سیلندر یک خودروی نظامی انجام دادند به نتایج زیر دست یافتند (Guangpu *et al*., 2006):

- با افزایش دور موتور از ۸۰۰ به ۱۹۰۰ دور بر دقیقه، سطح صدای موتور بشدت افزایش می‌یابد. ولی با افزایش دور موتور از ۱۹۰۰ به ۲۲۰۰ دور بر دقیقه سطح صدای موتور افزایش چندانی پیدا نمی‌کند
- وقتی دور موتور به ۱۹۰۰ و ۲۲۰۰ دور بر دقیقه می‌رسد به ترتیب تاثیر صدای سیستم هوای ورودی و اگزوز بیشتر می‌شود. سطح تراز صدا در نزدیکی لوله ورودی هوا و اگزوز به ۱۲۰ dB می‌رسد.
- با توجه به تصاویر طیف‌های فرکانسی، فرکانس صدای موتور با فرکانس عملکرد موتور انطباق نزدیکی دارد.

حسن‌بیگی بیدگلی و همکاران طی تحقیقات خود بر روی نویز تراکتور در حال حرکت بر روی جاده آسفالت روستایی نشان داند که صدا در موقعیت گوش راننده درمقایسه با موقعیت اطرافیان dB(A) ۷/۷۴ تا dB(A) ۱۰/۷۵ بیشتر است. همچنین، نتایج تحقیقات آنها نشان داد که سرعت موتور نقش تعیین کننده‌ای بر شدت سر و صدا دارد (حسن بیگی و همکاران، ۱۳۸۳).

حسن‌بیگی بیدگلی و همکاران در تحقیقی دیگر از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی شدت صدای یک تیلر با توان hp ۱۳ استفاده نمودند. آنها دریافتند که تفاوت بین مقدار بیش‌بینی شده و داده‌های واقعی شدت صدای تیلر، تنها dB ۲ بود (Hassan beigi *et al.*, 2007).

حسن‌بیگی بیدگلی و قبادیان خواص میرایی سطوح مختلف جاده‌ای را در حین حرکت یک تیلر بررسی نمودند. آنها سیگنال-های فشار صدای تیلر را در غالب نسبت‌های دنده جعبه دنده و دور موتورهای متفاوت بررسی نمودند. سطوح جاده مطالعه شده عبارت بودند از سطح آسفالت، جاده خاکی روستایی و چمنزار. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که بیشترین خاصیت میراکنندگی مربوط به جاده چمنزار می‌باشد. به طوری که، سطح صدای ناشی از تیلر ثبت شده برای سطح جاده چمنزار dB(A) ۲/۵ کمتر از جاده‌های با سطح آسفالت و خاک بود (Hassan beigi and Ghobadian, 2005).

با توجه به اهمیت موضوع صدای ماشین‌های کشاورزی و سوخت‌های زیستی جدید، مطالعه آنها ضروری است. تراکتورهای دوچرخ (تیلر) از جمله ماشین‌های مهم کشاورزی هستند که به دلیل کوچکی، ارزانی و انعطاف در انواع استفاده (از قبیل حمل و نقل، شخم زمین مخصوصا شالیزارها، کاشت محصول‌های ردیفی، استفاده به عنوان محرک پمپ آب و ژنراتور برق و...) استفاده زیادی دارند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، تحقیقات چندانی بر روی این ماشین‌ها در رابطه با صدای تولیدی به هنگام استفاده از سوخت بیودیزل صورت نگرفته است. این تحقیق جهت بررسی اثرات سوخت بهینه از لحاظ صدای تولیدی موتور است.

مواد و روش‌ها

تراکتور دو چرخ مورد استفاده در تحقیق حاضر ساخت شرکت صنایع تولیدی اشتاد ایران می‌باشد. در زمان آزمون از چرخ-های لاستیکی استفاده شد. جدول ۱ مشخصات تراکتور مورد آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات تراکتور مورد آزمون

مشخصات موتور	
سیستم احتراق	پاشش مستقیم
تعداد سیلندر	یک سیلندر
توان نامی	۷/۵ hp در ۲۲۰۰ RPM
سیستم خنک‌کاری	آب خنک
چرخه کاری	۴ زمانه

آزمون‌ها در سه موقعیت گوش چپ راننده، ۱/۵ متری اگزوز و ۷/۵ متری اگزوز (موقعیت اطرافیان) بر اساس استانداردهای ISO5131 و SAE J1174 انجام گرفت. برای اندازه‌گیری دور موتور از دور سنج مدل lutron 2364 استفاده شد. دقت اندازه‌گیری این دستگاه برای دورهای بیشتر از ۱۰۰۰ RPM، ۱ RPM است. برای کسب بیشترین دقت در اندازه‌گیری دور موتور از قسمت اندازه‌گیری تماسی آن استفاده شد. برای این منظور قطعه‌ای چوبی تراش داده شده و درون سوراخ پولی بزرگ موتور جاگذاری شد. با مرغکی که در وسط قطعه چوبی ایجاد گردید، امکان تماس بدون لغزش دورسنج و قطعه چوبی فراهم گردید. میکروفن مورد استفاده در تحقیق حاضر از نوع خازنی با امپدانس پایین و الگوی دریافت تک جهتی می‌باشد. اندازه آن 1/2" و از پیش قطبیده‌شده و دارای پیش‌تقویت‌کننده بود. حساسیت میکروفن ۵۰ mV/Pa و دامنه فرکانسی آن، ۱۰Hz تا ۲۰ kHz بصورت تخت می‌باشد.

دستگاه صداسنج دو نوع داده در اختیار قرار می‌دهد، یک بخش از داده‌ها را تحلیل کرده و در حافظه داخلی خود ذخیره می‌کند که تحلیل‌های انجام گرفته توسط دستگاه عبارتند از تحلیل ۱/۱ اکتاو، تحلیل ۱/۳ اکتاو و تحلیل آماری. داده‌های تحلیل شده توسط نرم‌افزار Sound View بازیابی شده و قابل تبدیل به فایل اکسل می‌باشند. بخش دوم داده‌های دستگاه بصورت خام هستند. یعنی دستگاه صدای گرفته شده از میکروفن را مستقیما بصورت ولتاژ متناوب پیوسته در خروجی، آماده تحویل به رایانه می‌نماید.. با این تحلیل دید کمّی بسیار خوبی حاصل خواهد شد، تا صداها در تیمارهای مختلف باهم مقایسه شوند. آزمون تحت طرح فاکتوریل با بلوک‌های کامل تصادفی و تحلیل‌ها به کمک نرم‌افزار PASW Statistics 18 و Microsoft Excel 2010 انجام گرفت. ترازهای کلی فشار صدا در مراکز فرکانسی باندهای اکتاو و ۱/۳ اکتاو با توجه به رابطه (۱) در تیمارهای مختلف محاسبه شده و مقایسه میانگین‌ها و تجزیه واریانس بر آنها اعمال گردید (Rossing, 2007).

$$L_{P_{total}} = 10\log\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{p}{p_0}\right)_i^2\right] = 10\log\left(\sum_{i=1}^{n}10^{L_{P_i}/10}\right) \qquad (۱)$$

مطلب اصلی در انتخاب ترکیب‌های مختلف سوخت‌ها، بر اساس تحقیقات انجام گرفته برای بررسی پارامترهای موتور و آلایندگی انجام گرفت. بر این اساس ۷ سطح ترکیب دیزل و بیودیزل با گام ۵ انتخاب گردید، که ابتدای آن B00 یعنی دیزل خالص و انتهای آن B30 (۳۰٪ بیودیزل و ۷۰٪ دیزل) در نظر گرفته شد. محل قرارگیری میکروفن در ۳ سطح و بر اساس استانداردهای سازمان بین‌المللی استانداردها و انجمن مهندسان خودرو انتخاب گردید (Anonymous, 1985.Anonymous, 1996. Anonymous, 2006). در تمامی آزمون‌ها که در محوطه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت، کف محل آزمون آسفالت انتخاب گردید. در شکل ۱ اندازه‌گیری صدا را در موقعیت ۱/۵ متری اگزوز شاهد هستیم.

شکل ۱: اندازه‌گیری صدا در موقعیت ۱/۵ متری اگزوز

جدول آزمون‌ها

آزمون با چهار تکرار برای هر تیمار انجام گرفت. جدول کلی آزمون به صورت جدول ۲ می‌باشد. در هر ترکیب تیماری حداقل ۱۰ ثانیه سیگنال صدا ضبط شده و در مراحل اولیه تحلیل، از هر سیگنال به طول ۲ ثانیه نمونه برداری شد. انتخاب یک چرخه کاری جهت تحلیل، احتمال خطا را بسیار بالا می‌برد بنابراین برای ۲ ثانیه نمونه‌برداری بسته به دور موتور چندین سیکل کاری انتخاب گردید.

جدول ۲: جدول آزمون‌ها

	سطوح متغیرها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
متغیرها (پارامترها)	نوع سوخت	B00	B05	B10	B15	B20	B25	B30
	دور موتور (RPM)	۱۲۰۰	۱۴۰۰	۱۶۰۰	۱۸۰۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰	–
	مکان میکروفن	گوش چپ راننده	۱/۵متری اگزوز	۷/۵ متری موتور	–	–	–	–

نتایج و بحث

طبق بررسی‌های صورت گرفته کلیه منابع تغییرات و برهم‌کنش آنها با هم دیگر در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشتند. در جدول۳ نتایج تجزیه واریانس مقادیر صدای کلی تراکتور دو چرخ را شاهد هستیم.

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات) مقادیر صدای کلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مقدار میانگین RMS صدای کلی	F
سوخت	۶	۵/۰۵۶	۱۸/۳۶۱**
موقعیت میکروفن	۲	۶۶۴۵/۰۵۲	۱۵۱۴۵/۹۳۶**
دور موتور	۵	۵۹۲/۴۹۶	۱۳۵۰/۴۶۴**
سوخت× موقعیت میکروفن	۱۲	۴/۸۴۷	۱۱/۰۴۹**
سوخت× دور موتور	۳۰	۴/۸۲۰	۱۰/۹۸۶**
موقعیت میکروفن×دور موتور	۱۰	۱۰/۵۲۳	۲۳/۹۸۴**
سوخت× موقعیت میکروفن× دور موتور	۶۰	۵/۲۵۳	۱۱/۹۷۴**
خطا	۳۷۸	۰/۴۳۹	
کل	۵۰۴		

**: معنی داری تفاوت در سطح ۱٪ *: معنی‌داری تفاوت در سطح ۵٪ ns : غیر معنی‌دار بودن تفاوت‌ها

اثر نوع سوخت بر تراز کلی صدا

با توجه به بررسی‌های آماری صورت گرفته مشخص گردید که کمترین صدای تولیدی تراکتور در B10، و بیشترین صدای تولیدی در B30 اتفاق می‌افتد. البته هر دو این سوخت‌ها با سوخت‌های کناری تفاوت معنی‌داری ندارند. بعبارت دیگر تفاوت بین سوخت‌های B30، B25، B20 و B15 در سطح ۱٪ معنی‌دار نیست. و از طرف دیگر تفاوت سوخت‌های B00، B05، B10 و B15 نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار نیست. بنابراین برای انتخاب سوخت مناسب از لحاظ تراز صدای تولیدی، ۴ سوخت ابتدایی مد نظر خواهد بود و برای انتخاب نهایی سوخت، شرایط دیگری نظیر پارامترهای کاری موتور از قبیل توان و آلایندگی و ... باید مد نظر گرفته شود. روند مشخصی(خطی) با افزایش درصد سوخت زیستی به دیزل، در تولید صدای تراکتور اتفاق نمی‌افتد.

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس سوخت‌های مختلف

	سوخت						
	B00	B05	B10	B15	B20	B25	B30
مقدار متوسط dB	۸۲/۴۶۹۴^{bc}	۸۲/۵۶۳۳^{bc}	۸۲/۱۰۴۲^{c}	۸۲/۷۶۳۲^{abc}	۸۳/۱۰۱۴^{ab}	۸۲/۹۲۶۲^{ab}	۸۳/۳۶۰۶^{a}

اثر موقعیت میکروفن بر تراز کلی‌صدا

موقعیت‌های مختلف اندازه‌گیری باهم تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ دارند، که می‌توان یکی از دلایل این تفاوت را میرایی صدا در اثر مقاومت مولکول‌های هوا نام برد. با افزایش فاصله به اندازه r از موقعیت قبلی تراز فشار صدا به اندازه 20log(r) کاهش می‌یابد. برای مثال با جابجایی میکروفن از موقعیت ۱/۵ متری اگزوز به ۷/۵ متری، طبق فرمول مذکور تراز فشار صدا باید تقریبا ۱۴ dB کاهش یابد. در عمل مقدار کاهش ۵/۵ dB شد. علت این تفاوت اندازه‌گیری در دو زاویه مختلف است. اندازه‌گیری در

فاصله ۱/۵ متری درست در جلوی موتور صورت گرفت ولی اندازه‌گیری در فاصله ۷/۵ متری در سمت راست راننده انجام شد. وجود پولی رانش در چپ راست راننده، و جلوگیری بدنه موتور در رسیدن صدای پولی و تسمه به فاصله ۷/۵ متری یکی از دلایل این تفاوت می‌باشد. از آنجایی که موتورصدای متقارنی تولید نمی‌کند، این تفاوت در زاویه اندازه‌گیری به خودی خود شرایط را متفاوت می‌کند و در نتیجه نمی‌توان دقیقا نتایج رابطه مذکور را انتظار داشت. جدول ۵ تجزیه واریانس اثر موقعیت میکروفن بر تراز صدای کلی را نشان می‌دهد.

جدول ۵: نتایج تجزیه واریانس اثر موقعیت میکروفن بر تراز صدای کلی

	موقعیت میکروفن		
	گوش چپ راننده	۱/۵ متری اگزوز	۷/۵ متری اگزوز
مقدار متوسط dB	۸۳/۷۶۱۱[b]	۸۵/۰۲۸۰[a]	۷۹/۴۹۰۱[c]

اثر دور موتور بر تراز صدای کلی

با افزایش دور موتور تراز صدای کلی تراکتور در تمامی دورها بطور معنی‌داری افزایش می‌یابد. این تفاوت در سطح ۱٪ معنی‌دار است. با بالاتر رفتن دور موتور مقدار سوخت پاشیده شده در محفظه احتراق افزایش یافته و در نتیجه فشار احتراق بالاتری خواهیم داشت. تغییرات ناشی از فشار و ارتعاشات القایی آن در بدنه موتور، ۸۰٪ صدای تولیدی را باعث می‌شوند. با بالاتر رفتن دور موتور سرعت ورود هوا و سرعت خروج گازهای سوخته شده افزایش یافته و باعث تولید صدای کلی بالاتری می‌شود. سیستم ورودی و خروجی هوا به موتور از عوامل بسیار مهم تولید صدا هستند (Pulkrabek, 2004). جدول۶ نتایج تجزیه واریانس اثر دورهای مختلف موتور بر سطح صدای کلی تراکتور را نشان می‌دهد.

جدول ۶: نتایج تجزیه واریانس دور موتورهای مختلف

	دور موتور (RPM)					
	۱۲۰۰	۱۴۰۰	۱۶۰۰	۱۸۰۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰
مقدار متوسط dB	۷۸/۶۷۲۱[f]	۸۰/۵۴۴۹[e]	۷۲/۱۹۰۹[d]	۸۳/۷۸۵۰[c]	۸۴/۸۶۲۰[b]	۸۶/۵۰۳۶[a]

برهم‌کنش نوع سوخت با موقعیت میکروفن

نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش سوخت‌های مختلف با موقعیت‌های مختلف میکروفن در جدول ۷ آورده شده است. در موقعیت DLEP کمترین صدای تولیدی با استفاده از سوخت B10 اتفاق می‌افتد که البته تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ با بقیه سوخت‌ها بجز B15 و B30 در موقعیت DLEP ندارد. سوخت‌های B00، B05 و B10 در موقعیت DLEP و در سطح ۱٪ هیچ تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. در یک گروه‌بندی دیگر در این موقعیت تمام سوخت‌ها بجز B10 در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری

باهم ندارند. با دقت در جدول تجزیه واریانس ۷، می‌توان معنی‌داری تفاوت هر سوخت در موقعیت‌های مختلف را بررسی کرد. برای سوخت‌های B00، B10 و B20 در هر سه موقعیت تفاوت صداها در سطح ۱٪ معنی‌دار است. در سایر سوخت‌ها تفاوت موقعیت 7.5 MAFE با بقیه موقعیت‌ها معنی‌دار، و دو موقعیت دیگر تفاوت معنی‌داری باهم‌دیگر ندارند. در موقعیت 1.5 MAFE که بطور کلی صدای بلندتری نسبت به موقعیت‌های دیگر دارد، اساسا سوخت‌ها از نظر تولید صدای کلی تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. سوخت‌های B10،B05 و B25 با سوخت‌های مشابه در موقعیت DLEP تفاوت معنی‌داری ندارند. موقعیت 7.5 MAFE از هر دو موقعیت دیگر در سطح ۱٪ صدای کمتری تولید می‌کند. در موقعیت 7.5 MAFE کمترین صدای تولیدی در سوخت‌های B10،B05،B00 و B15 اتفاق می‌افتد. این چهار سوخت در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. سوخت‌های B20، B25 و B30 تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. و تراکتور بلندترین صدای کلی را در این موقعیت تولید می‌کند. موقعیت 7.5 MAFE کمترین صدای تولیدی را دارد. با نزدیک یا دور شدن از موتور صدای تولیدی در اثر مصرف سوخت‌های یکسان تفاوت معنی‌دار و یا غیرمعنی‌داری پیدا می‌کنند؛ به عنوان مثال در موقعیت DLEP سوخت‌های B10 و B15 تفاوت معنی‌داری باهم‌دیگر دارند و این در حالی است که در دو موقعیت دیگر این دو سوخت تفاوت معنی‌داری باهم ندارند؛ یعنی با دور شدن از موتور تاثیر سوخت بر صدا از بین می‌رود و همچنین با نزدیک‌تر شدن بیش از حد به آن با تغییر نوع سوخت سطح صدا تغییری نمی‌کند.

جدول ۷: نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش سوخت‌های مختلف با موقعیت‌های مختلف میکروفن

	نوع سوخت						
موقعیت میکروفن	B00	B05	B10	B15	B20	B25	B30
DLEP	۸۳/۴۷۵۷^{de}	۸۴/۰۱۵۹^{bcde}	۸۲/۸۸۶۶^{e}	۸۴/۱۹۹۸^{bcd}	۸۳/۶۰۵۹^{de}	۸۳/۸۰۶۳^{cde}	۸۴/۳۳۷۴^{abcd}
1.5MAFE	۸۵/۴۶۱۲^{a}	۸۴/۵۸۱۰^{abcd}	۸۴/۸۶۸۵^{abc}	۸۵/۲۳۹۰^{ab}	۸۵/۰۸۸۷^{ab}	۸۴/۹۰۴۵^{abc}	۸۵/۰۵۳۳^{ab}
7.5MAFE	۷۸/۴۷۱۳^{h}	۷۹/۱۸۳۱^{gh}	۷۸/۸۵۰۸^{h}	۷۴/۸۲۸۱^{h}	۸۰/۶۰۹۶^{f}	۸۰/۰۶۷۷^{fg}	۸۰/۶۹۱۰^{f}

برهم‌کنش نوع سوخت با دورموتور

جدول ۸ نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش سوخت‌های مختلف با دور موتور را نشان می‌دهد. در دور RPM ۱۲۰۰ فقط تفاوت سوخت‌های B30 با B00 و B10 در سطح ۱٪ معنی‌دار است. از لحاظ مقدار کمترین مقدار در این دور متعلق به B10 و بیشترین مقدار مربوط به B30 می‌باشد که تفاوت آنها در سطح ۱٪ معنی‌دار است. ولی این سوخت‌ها با سوخت‌های دیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. به بیان دیگر سوخت‌های B05، B15، B20، B25 و B30 دارای بالاترین تراز صدای تولیدی و از طرف دیگر همه سوخت‌ها به جز سوخت B30 دارای کمترین تراز صدای تولیدی هستند. تراز کلی صدای تولیدی در دور RPM ۱۲۰۰ در همه سوخت‌ها بجز سوخت B30 کمتر از دور RPM ۱۴۰۰ می‌باشد.

در دور RPM ۱۴۰۰ نیز از لحاظ مقداری کمترین تراز صدا در B10 اتفاق می‌افتد منتهی این سوخت با هیچ یک از سوخت-های دیگر تفاوت معنی‌داری ندارد. بطور کلی در دور RPM ۱۴۰۰ تراز صدای تولیدی در سوخت‌های مختلف هیچ تفاوت معنی-

داری در سطح ۱٪ باهم ندارند. دور RPM ۱۶۰۰ نیز مانند دور RPM ۱۴۰۰ تفاوت بین سوخت‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار نیست ولی از لحاظ مقداری همچنان B10 کمترین تراز صدای تولیدی را دارد. در این دور سوخت‌های B00، B10، B20، B25 و B30 در سطح ۱٪ با سوخت‌های مشابه در دور RPM ۱۴۰۰ تفاوت معنی‌دار دارد.در این دور تمامی سوخت‌ها در سطح ۱٪ با دور RPM ۱۲۰۰ دارای سطح صدای متفاوتی هستند. در RPM ۱۸۰۰ تمامی سوخت‌ها در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری ندارند. سوخت‌های B15 و B25 دو سوختی هستند که در این دور نسبت به دور RPM ۱۶۰۰ تفاوت معنی‌داری دارند. بقیه سوخت‌های این دور با سوخت‌های مشابه تفاوت معنی‌داری ندارند. در دور موتور RPM ۲۰۰۰ نیز تفاوت‌ها معنی‌دار نبوده و همه سوخت‌ها دارای تراز صدای یکسانی هستند. دور RPM ۲۰۰۰ فقط در سوخت B30 نسبت به دور RPM ۱۸۰۰ دارای تراز صدای متفاوتی است. در سایر سوخت‌ها دور RPM ۱۸۰۰ و RPM ۲۰۰۰ دارای تفاوت معنی‌داری در سطح ۱٪ نیستند. دور RPM ۲۲۰۰ تغییرات چندانی در سوخت‌ها ظاهر نمی‌شود؛ بدین معنی که هیچ یک از سوخت‌ها در این دور با سایر سوخت‌ها تفاوت معنی‌داری ندارند. صدای تولید شده در دور RPM ۲۲۰۰ نسبت به دور RPM ۲۰۰۰ فقط در سوخت‌های B00 و B25 دارای تفاوت معنی‌داری است.

جدول ۸: نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش سوخت‌های مختلف با دور موتور

	نوع سوخت						
دور موتور (RPM)	B00	B05	B10	B15	B20	B25	B30
۱۲۰۰	۷۸/۰۳۰۰^{op}	۷۸/۸۴۴۰^{nop}	۷۷/۸۴۵۶^{p}	۷۸/۵۳۸۸^{nop}	۷۸/۶۷۴۵^{nop}	۷۸/۹۱۲۱^{nop}	۷۹/۸۵۹۶^{lmn}
۱۴۰۰	۸۰/۰۹۲۶^{lmn}	۸۰/۶۹۰۹^{klm}	۷۹/۶۴۲۰^{mno}	۸۰/۷۶۶۲^{klm}	۸۱/۳۷۵۲^{jklm}	۷۹/۹۹۷۵^{lmn}	۸۱/۲۴۹۹^{klm}
۱۶۰۰	۸۱/۸۹۶۳^{hijk}	۸۱/۸۴۱۶^{hijk}	۸۱/۵۹۹۰^{ijkl}	۸۲/۳۳۴۴^{fghijk}	۸۳/۱۵۴۵^{defghi}	۸۲/۱۹۸۵^{ghijk}	۸۲/۳۱۲۱^{fghijk}
۱۸۰۰	۸۳/۰۵۷۱^{efghij}	۸۳/۵۲۷۳^{defgh}	۸۳/۲۴۳۴^{defghi}	۸۴/۲۴۴۱^{cde}	۸۴/۰۰۶۷^{def}	۸۴/۵۸۷۸^{cde}	۸۳/۸۲۸۴^{defg}
۲۰۰۰	۸۴/۴۷۶۶^{cde}	۸۴/۶۹۰۰^{cde}	۸۴/۴۱۶۳^{cde}	۸۴/۸۹۲۳^{bcd}	۸۴/۹۲۶۲^{bcd}	۸۴/۶۸۶۰^{cde}	۸۳/۷۳۸۵^{abc}
۲۲۰۰	۸۷/۲۶۳۷^{a}	۸۵/۹۶۶۱^{abc}	۸۵/۸۷۸۹^{abc}	۸۵/۸۰۳۶^{ab}	۸۶/۴۷۱۲^{ab}	۸۷/۱۷۵۲^{a}	۸۶/۹۶۶۷^{a}

برهم‌کنش موقعیت میکروفن و دور موتور

جدول ۹ نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش موقعیت‌های مختلف میکروفن با دور موتور را نشان می‌دهد. در موقعیت DLEP با بالا رفتن دور موتور تراز صدای تولیدی نیز افزایش یافته و این افزایش‌ها بگونه‌ای است که باعث تفاوت معنی‌داری بین همه آنها می‌شود. در این موقعیت بجز دورهای ۲۰۰۰ و RPM ۲۲۰۰ که تراز صدای تولیدی در آنها تفاوت معنی‌داری باهم ندارند، در بقیه دور موتورها تفاوت‌ها معنی‌دار است. در موقعیت 1.5 MAFE با بالا رفتن دور موتور تراز صدای کلی در سطح ۱٪ تفاوت معنی-داری پیدا می‌کنند. در دو موقعیت بیان شده در دورهای مشابه تفاوت بین ترازهای صدای کلی ایجاد شده در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

جدول ۹: نتایج تجزیه واریانس برهم‌کنش موقعیت‌های مختلف میکروفن با دور موتور

	دور موتور (RPM)					
	۱۲۰۰	۱۴۰۰	۱۶۰۰	۱۸۰۰	۲۰۰۰	۲۲۰۰
موقعیت میکروفن						
DLEP	۷۹/۴۰۲۲^{hi}	۸۱/۵۵۷۳^{f}	۸۲/۹۹۵۹^{e}	۸۴/۸۹۲۹^{c}	۸۶/۲۲۸۳^{b}	۸۷/۴۹۰۰^{a}
1.5 MAFE	۸۰/۷۷۴۷^{fg}	۸۲/۸۴۰۵^{e}	۸۴/۵۵۵۲^{cd}	۸۶/۰۷۶۵^{b}	۸۷/۵۲۴۱^{a}	۸۸/۳۹۷۰^{a}
7.5 MAFE	۷۵/۸۳۹۳^{k}	۷۷/۲۳۶۹^{j}	۷۹/۰۲۱۶^{i}	۸۰/۳۸۵۶^{gh}	۸۰/۸۳۳۵^{fg}	۸۳/۶۲۴۰^{de}

در موقعیت 7.5 MAFE نیز با بالا رفتن دور، تراز صدای کلی تراکتور بجز در دورهای ۱۸۰۰ و RPM ۲۰۰۰ بطور معنی-داری افزایش می‌یابد. تراز صدای کلی ایجاد شده در این موقعیت در همه دورها بطور معنی‌دار از دو موقعیت دیگر کمتر است.

نتیجه‌گیری

با وزن خطی سوخت B10 پایین‌ترین تراز فشار صدا را دارد که البته با سوخت‌های B00، B05 و B15 تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ ٪ ندارد. با بالا رفتن دور موتور تراز فشار صدا نیز تقریبا بصورت خطی افزایش می‌یابد. تفاوت تراز فشار صدا در سه موقعیت اندازه‌گیری شده در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود.

منابع

۱- حسن‌بیگی‌بیدگلی،س.ر. ۱۳۸۲. بررسی و تحلیل سروصدای تیلر. رساله دکتری. دانشگاه تربیت مدرس. ۲۱۵ص

۲- گلمحمدی، ر. ۱۳۸۹. مهندسی صدا و ارتعاش. انتشارات دانشجو. ۵۳۶ص.

۳- حسن بیگی بیدگلی س.ر، قبادیان ب، نصیری پ و کمالیان ن.۱۳۸۳. بررسی و تحلیل سروصدای یک تراکتور دوچرخ در حال کشیدن یک تریلر در جاده آسفالت روستایی. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره چهارم.

4- Anonymous. 1985. Operator ear sound level measurement procedure for small engine powered equipment. SAE J1174.

5- Anonymous. 1996. Acoustics: Tractors and machinery for engineering and forestay. Measurement of noise at operator's position. ISO 5131.

6- Anonymous. 2006. National Stationary Exhaust Noise Test Procedures for In-Service Motor Vehicles.

7- Dewangan K., Kumar G., and V. Tewari. 2005. Noise characteristics of tractors and health effect on farmers. Applied Acoustics 66: 1049-1062.

8- Guangpu L., Shihua B., and P. Hongxia. 2006. Analysis of Noise Characteristics for Diesel Engine. Pages 1390-1394. Information Acquisition, 2006 IEEE International Conference on: IEEE.

9- Hassan Beigi S.R., and B. Ghobadian. 2005. Noise attenuation characteristics of different road surfaces during power tiller transport.

10- Hassan Beigi S.R., Ghobadian B., Kianmehr M.H., and R. Chayjan. 2007. Prediction of a power tiller sound pressure levels in octave frequency bands using artificial neural networks. Int J Agric & Biol Eng 9: 494-498.

11- JunHong Z., and H. Bing. 2005. Analysis of engine front noise using sound intensity techniques. Mechanical systems and signal processing 19: 213-221.

12- Pulkrabek W. 2004. Engineering fundamentals of the internal combustion engine, Pearson Prentice Hall New Jersey.

13- Rossing T. 2007. Springer handbook of acoustics, Springer.

14- Sehsah E., Abass Helmy M., and H.M. Sorour. 2010. Noise test of two manufactured power tillers during transport on different local road conditions. International Journal of Agricultural and Biological Engineering 3: 19-27.

15- Talamo J. 1979. Effects of cab noise environment on the hearing perception of agricultural tractor drivers. Applied Acoustics 12: 125-137.

Analysis of Power Tiller Noise Using Blends of Diesel and Biodiesel Fuel

Neamat Keramat Siavash[1], Gholam Hassan Najafi[2], Seid Reza Hassan beigi[3]

[1,2]Department of Mechanics of Agricultural Machinery, Tarbiat Modarres University, Tehran.
[3]Department of Agricultural Technical Engineering, Abureihan Campus, University of Tehran, Tehran.
[2]Corresponding author's e-mail: g.najafi@modares.ac.ir

Abstract

Biodiesel fuel is a waste oil of agricultural products and food crops or oilseeds like castor seed that as the main product is being produced. Fuel type has direct effect on the combustion of IC engines and the fuel will affect quality of combustion. One of the effects of combustion quality is the noise of engine that is very important in engine operation evaluating and terms of health. One of the most important tools used in agriculture is power tillers which in addition to agricultural works, in rural areas are used as a power generator. Up to now in Iran any research has been done on power tillers noise using diesel and biodiesel fuel. Therefore, the noise was studied using diesel and biodiesel blends. The noise of power tiller was studied in a stationary state and at three positions such driver's left ear position (DLEP), 1.5 meter away from exhaust (1.5 MAFE) and 7.5 meters away from the exhaust (7.5 MAFE). The study was done at 6 engine rotational speed which are 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 and 2200 RPM. The fuel blends used in this study were B00 ،B05 ،B10 ،B15 ،B20 ،B25 and B30. The final results relieved that the lowest and highest sound pressure level (SPL) of tractor takes place respectively at B10, and B30. The amount of SPL rising due to engine RPM increasing (from 1200 to 2200 RPM) was 7.8 dB. The average SPL at DLEP was 4.3 dB more than 7.5MAFE.

KeyWords: Biodiesel, Noise, Power Tiller, Sound Pressure Level.